



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11259824 A**(43) Date of publication of application: **24 . 09 . 99**

(51) Int. Cl.

G11B 5/39**G11B 5/48****G11B 5/56**(21) Application number: **10062515**(22) Date of filing: **13 . 03 . 98**(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor:
HOSHIYA HIROYUKI
SUZUKI YOSHIO
NAKAMOTO KAZUHIRO
WATANABE KATSURO
OKADA TOSHIHIRO(54) **MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING
DEVICE AND MAGNETORESISTIVE EFFECT
MAGNETIC HEAD TO BE USED FOR THE SAME**

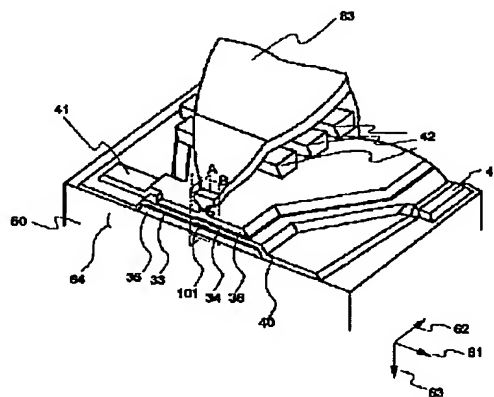
magnetomotive force which is generated by impressing the current to the coil 42.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent current from leaking in parts other than a minute activating part and to prevent the breakage of insulation of the parts by simplifying the constitution of a magnetic gap while forming conductive gaps between magnetic shields and a tunnel magnetoresistive stacked films and moreover providing an insulating gap between upper part and lower part conductive gaps on parts other than an element activating part detecting a signal.

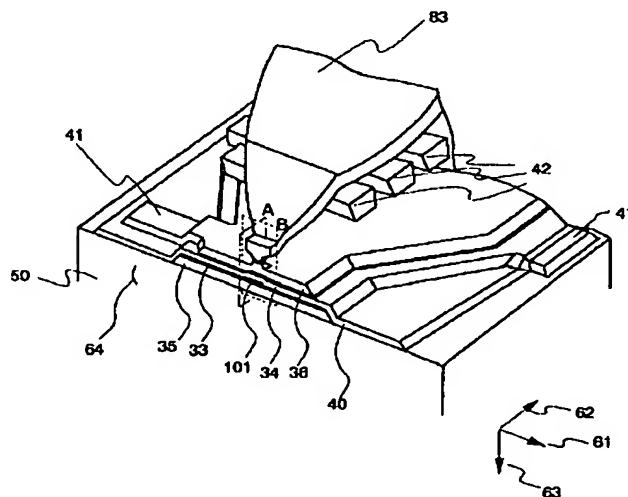
SOLUTION: A lower part magnetic shield 35, a lower part conductive gap 33, a tunnel magnetoresistive stacked matter 101, an insulating gap film 40, an upper conductive gap 34, an upper part magnetic shield and lower part magnetic core 36, a coil 42 and an upper part magnetic core 83 are formed on a substrate 50. The upper and lower part magnetic shields 36, 35 respectively have leader electrodes 41 to perform impressing of current and the detecting of a reproduced output. The upper magnetic core 83 and the lower part magnetic core combined with the upper part magnetic shield 36 generate a write magnetic field in the vicinity of the write gap formed on a surface 64 opposite to a record medium by being exposed with a



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)9月24日

Q



【特許請求の範囲】

【請求項 1】記録媒体に近接して対向する対向面を介して、上記記録媒体上に磁氣的に記録された信号を再生する磁気ヘッドを有する磁気記録再生装置において、上記磁気ヘッドが、

磁氣的なギャップを形成する一対の磁気シールドと、
上記磁気ギャップ内に配置したトンネル型磁気抵抗効果素子とを有し、

下部磁気シールド、下部導電ギャップ、トンネル磁気抵抗積層膜、上部導電ギャップ、上部磁気シールドが順次積層されてなり、上記トンネル磁気抵抗積層膜のパターニングした素子の活性領域の周囲に上記磁気抵抗積層膜のパターニングしたサイズよりも内側に入り込んだ形状で隣接接合した絶縁性ギャップが形成されてなり、
上記トンネル型磁気抵抗効果素子に印加する電流が上記下部磁気シールド、下部導電ギャップ、トンネル磁気抵抗積層膜の素子中央活性領域、上部導電ギャップ、上部磁気シールド磁気シールドを通じて流れ、
上記トンネル型磁気抵抗積層膜が、検知すべき磁界の方向に対して、平行な方向に反強磁性膜などにより磁気異方性が強く印加されてその磁化が固定されている固定側磁性膜と、上記検知すべき磁界の方向に対しておよそ直角方向に弱く異方性が印加されている自由側磁性膜と、
上記固定側磁性膜と自由側磁性膜の間に形成した絶縁膜であるバリア膜からなるサンドイッチ構造を少なくとも上記素子の活性領域に有していることを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 2】磁氣的なギャップを形成する一対の磁気シールドと、

上記磁気ギャップ内に配置したトンネル型磁気抵抗効果素子とを有し、

下部磁気シールド、下部導電ギャップ、トンネル磁気抵抗積層膜、上部導電ギャップ、上部磁気シールドが順次積層されてなり、上記トンネル磁気抵抗積層膜のパターニングした素子の活性領域の周囲に上記磁気抵抗積層膜のパターニングしたサイズよりも内側に入り込んだ形状で隣接接合した絶縁性ギャップが形成されてなり、
上記トンネル型磁気抵抗効果素子に印加する電流が上記下部磁気シールド、下部導電ギャップ、トンネル磁気抵抗積層膜の素子中央活性領域、上部導電ギャップ、上部磁気シールド磁気シールドを通じて流れ、

上記トンネル型磁気抵抗積層膜が、検知すべき磁界の方向に対して、平行な方向に反強磁性膜などにより磁気異方性が強く印加されてその磁化が固定されている固定側磁性膜と、上記検知すべき磁界の方向に対しておよそ直角方向に弱く異方性が印加されている自由側磁性膜と、
上記固定側磁性膜と自由側磁性膜の間に形成した絶縁膜であるバリア膜からなるサンドイッチ構造を少なくとも上記素子の活性領域に有しており、

上記自由側磁性膜と膜厚方向に積層して形成した硬磁性

膜などからなる磁区制御膜を有し、上記自由側磁性膜と上記磁区制御膜がほぼ同じサイズと形状に形成されて、パターンニングされた上記磁区制御膜と自由側磁性膜の端部で静磁的に結合して磁区制御する構造からなることを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【請求項 3】上記自由側磁性膜と上記固定側磁性膜と上記バリア膜の直接積層した部分の端部が、磁気ヘッドが記録媒体に対向する対向面に露出していないことを特徴とする請求項 2 に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規な磁気記録再生装置及びそれに用いる磁気抵抗効果型磁気ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】特開平 4-103014 号には、反強磁性体を用いた強磁性トンネル効果膜およびこれを用いた磁気抵抗効果素子の記述がある。

【0003】特開平 6-325329 号には信号磁界に応答する磁性膜の一部が延出した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの記述がある。

【0004】特開平 7-65324 号にはシールド層とリード層を電氣的に接続した磁気抵抗ヘッドの記述がある。

【0005】特開昭 50-1712 号には永久磁石薄膜をバイアス膜に用いた磁気抵抗効果素子の記載がある。

【0006】特開平 8-293107 号には磁気抵抗効果膜に積層した硬磁性バイアス膜を用いた磁気記録再生装置の記載がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、記録密度の十分に高い磁気記録装置、特にその再生部に外部磁界に対して十分な感度と出力で作用する磁気抵抗効果素子を実現し、さらにノイズの少ない高記録密度の記録媒体を実現して、記憶装置としての機能を実現することが困難であった。

【0008】近年、強磁性金属層を極薄い絶縁層を介して積層し、膜厚の方向に電流を流した際に観察されるトンネル電流に大きな磁気抵抗効果が生じることが知られている。この場合、従来知られている磁気抵抗効果素子が膜面方向に電流を流すのに対して、膜厚方向に電流を流すため、従来とは異なる磁気ヘッド構造が必要になると考えられる。その反面、磁氣的には、このトンネル型磁気抵抗効果素子は従来開発されているスピンバルブとよばれる構造と類似した、2 層の分離した磁性膜を有しており、その磁氣的な制御の必要性は同様に重要なものとなるであろう。以上の点から考察すると、トンネル型磁気抵抗効果素子を高記録密度磁気記録に適用し、磁気ヘッドとしてその特性を発揮させるには以下の項目が必要となる。

【0009】(1) トンネル型磁気抵抗効果素子の、磁

界を検知する活性領域に膜厚方向に電流を印加し、

(2) しかしながら他の領域への電流の漏洩および絶縁の破壊を防止する。

【0010】(3) トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気的な特性、すなわち、一方の磁化の固定と他方の回転を規定し、磁化の回転する磁性膜の磁区の発生を防止する。

【0011】従来の磁気抵抗効果素子では、例えば、ハードバイアスと呼ばれる構造をとって、磁区制御のための硬磁性膜を磁気抵抗効果膜の周囲に配した構造が用いられていた。しかしながら、トンネル型磁気抵抗効果素子では、上記ハードバイアス構造を採用した場合、ハードバイアス部に電流がリークし、トンネル型磁気抵抗効果部に電流を正確に印加することが困難となる。さらに従来、磁気抵抗効果膜に電流を印加するための一対の電極を磁気ギャップ内に横ならびに形成していたが、トンネル型磁気抵抗効果素子では電極を厚さ方向に形成する必要があり、狭い磁気ギャップ内にこれを絶縁破壊なしに配置するのはますます困難である。また、トンネル型磁気抵抗効果素子は、その検出活性領域は、極薄い絶縁膜を介した磁性膜のサンドイッチ構造に、厚さ方向に電流が流れるため、この部分が磁気ヘッドの対向面、すなわち記録媒体に近接する面に露出すると記録媒体への近接または接触によって電流が短絡する恐れがある。同時にその対向面の加工は磁性膜の短絡を防ぐため、極めて困難な繊細さを要求される。

【0012】この対向面での短絡を防ぐには、トンネル型磁気抵抗効果素子の活性領域を対向面に露出させずに引っ込める構造とすることが有効である。しかしながら、その場合、記録媒体に対向する面から距離を置く構造となるため、再生感度が低下する欠点がある。

【0013】本発明の目的は高密度記録に対応したトンネル型磁気抵抗効果磁気ヘッドと、これを用いた磁気記録装置を提供することにあり、より具体的には磁気シールドを電極として兼用した構成と、硬磁性膜をトンネル型磁気抵抗効果膜に積層して同一形状にパターンニングした磁区制御構造と、トンネル型磁気抵抗積層膜の活性領域の周囲に形成した絶縁ギャップ構造と、絶縁ギャップ構成により対向面にトンネルバリア部を露出しない構成を実現する磁気ヘッド構造を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】第一に、従来の独立した電極および磁気シールドからなる構造を廃止し、磁気シールドと、トンネル型磁気抵抗積層膜の間に導電性ギャップを形成し、センス電流が、電気端子、下部シールド、下部導電性ギャップ、トンネル型磁気抵抗効果膜、上部導電性ギャップ、上部シールド、電気端子の順、もしくはこの逆順に流れる構成として、磁気ギャップ構成を単純化する。さらに信号を検知する素子活性部以外の部分には、上部および下部導電性ギャップの間に絶縁ギ

ャップを設けて細小な活性部以外の部分への電流の漏洩を防止するとともに磁氣的ギャップの空隙を維持することができる。

【0015】第二に、トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気的な挙動をスピバルブ型磁気抵抗効果素子と同様の構成、すなわち、反強磁性膜で検知すべき磁界と平行な方向に交換結合にて固定した固定側磁性膜と、これと垂直な方向に弱い磁気異方性を印加した自由側磁性膜とから構成し、自由側磁性膜と磁気的な分離膜を介して硬磁性膜を重ねて積層し、両者を同一形状にパターンニングして端部の磁気結合により、磁区制御を行う。この時、硬磁性膜の残留磁化の方向は自由側磁性膜の容易方向とし、さらに横バイアスを加えたい分だけ検知すべき磁界の方向に成分を持つようにすることもできる。

【0016】第三に、対向面でのトンネル型磁気抵抗積層膜の短絡を防ぐため、トンネル型磁気抵抗積層膜の自由側磁性膜／絶縁性バリア膜／固定側磁性膜の積層部分の端部が対向面に露出しない構成とする。対向面に露出しないことによる磁界感度の低下を防ぐため、対向面からの引っ込み量を1ミクロン以下にするか、もしくは自由磁性層のみが露出する構造とする。

【0017】第一の手段によれば、トンネル型磁気抵抗積層膜の部分に電流を印加するための構成は、積層された磁気シールドと導電ギャップ、および磁気シールドに電氣的に接触する電気端子からなり、従来の、電極を磁気シールドから絶縁性ギャップにて絶縁する構造に比較して構成が簡単かつ安全にすることができる。さらに活性領域の周囲に形成した絶縁ギャップによって活性領域を明確に定義し、再生の分解能を高めることができる。

【0018】また、上記第二の手段では、トンネル型磁気抵抗効果膜に従来のスピバルブ構造と同様の異方性制御を行う構成にすることで、再生信号の線形性とノイズの抑制を可能にするとともに、磁区制御として硬磁性膜を磁気的分離膜を介して自由側磁性膜に重ねて積層した構成として、両者のパターンニングした端部の位置を一致させ、硬磁性膜の端部からの静磁界を自由側磁性膜の端部に効率的に導入して磁区制御を行う構成とすることができる。

【0019】上記第三の手段では、トンネル型磁気抵抗効果積層膜のトンネル構造の部分の端部が対向面に露出せず、かつ、対向面から空間的に離れて配置することによる再生感度の低下を最小限にとどめる効果がある。

【0020】したがって上記手段を用いた磁気ヘッドを搭載した磁気記録装置を用いる、ことで再生感度の高い、電氣的に安定性の優れた分解能が高い磁気ヘッドを得ることができ、すなわち、高記録密度に対応した磁気記録装置を得ることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明のトンネル型磁気抵抗積層膜を構成する薄膜は高周波マグネトロンスパッタリング

装置により以下のように作製した。アルゴン1から6ミリトールの雰囲気中にて、厚さ1ミリのセラミックス基板に以下の材料を順次積層して作製した。スパッタリングターゲットとしてタンタル、ニッケル-20at%鉄合金、銅、コバルト、クロム-50at%マンガン、アルミナの各ターゲットを用いた。必要な場合には、ターゲット上には添加元素の1センチ角のチップを配置して組成を調整した。チップは、白金、ニッケル、鉄、コバルトを用いた。

【0022】積層膜は、各ターゲットを配置したカソードに各々高周波電力を印加して装置内にプラズマを発生させておき、各カソードごとに配置されたシャッターを一つずつ開閉して順次各層を形成した。膜形成時には永久磁石を用いて基板に平行におよそ80エルステッドの磁界を印加して、一軸異方性をもたせるとともに、クロム-マンガン膜などの交換結合磁界の方向をそれぞれの方向に誘導した。基体上の素子の形成はフォトレジスト工程によってパターンニングした。その後、基体はスライダ加工し、磁気記録装置に搭載した。

【0023】以下に本発明の具体的な実施例を図を追って説明する。

【0024】図1は本発明のトンネル型磁気ヘッドの構成例を示した概略図である。

【0025】基体50上に下部磁気シールド35、下部導電性ギャップ33、トンネル型磁気積層体101、絶縁ギャップ膜40、上部導電性ギャップ34、上部磁気シールド兼下部磁気コア36、コイル40、上部磁気コア83を形成してなる。上部磁気シールド34および下部磁気シールド35は、それぞれ引き出し電極端子部41を有し、電気端子の接続により、電流の印加および再生出力の検出を行う。上部磁気コア83および上部磁気シールド兼下部磁気コア36は、コイル40に電流を印加することで発生する起磁力により、記録媒体との対向面64に露出して形成した書き込みギャップ近傍に書き込み磁界を発生させる。

【0026】対向面64および基体50の表面によって磁気ヘッドの方位は決定され、トラック幅方向61、素子高さ方向62および磁気ヘッド駆動方法63が定義される。対向面64の側から見た図1では下部磁気シールド35と下部導電性ギャップ33とトンネル型磁気積層体101は直接つながっており、また、上部導電性ギャップ34と上部磁気シールド兼下部磁気コア36はつながっているが、トンネル型磁気積層体101と上部導電性ギャップ34は絶縁ギャップ膜40で分離されて、対向面64上ではつながっていないことがわかる。図中AおよびBで示した断面の部分についてそれぞれ図2、図3に示してある。

【0027】図2は本発明の磁気ヘッドの素子高さ方向に平行な断面の構造を示した図である。対向面64に露出した部分のトンネル型磁気積層体101は、自由側磁

性膜12と固定側磁性膜11の間に形成した絶縁ギャップ膜40によって分離している。絶縁ギャップ膜40は活性領域65を取り巻く周囲に、活性領域のトンネル型磁気積層体102のパターンニングした端部に取り上げてカバーするように配置してなる。活性領域65は、絶縁ギャップ膜40とトンネル型磁気積層体102の構成の兼ね合いで決まる、磁気信号によって電気抵抗の変化が検知されるエリアである。一方、トンネル型磁気抵抗効果素子の活性領域65のトンネル型磁気積層体102は自由側磁性膜12と固定側磁性膜11が、バリア層17を介して積層している。したがって、上部磁気シールド兼下部磁気コア36、上部導電性ギャップ34、活性領域のトンネル型磁気積層体102、下部導電ギャップ33、下部磁気シールド35は、膜厚方向に電氣的に接合してなり、トンネル型磁気抵抗効果積層膜の活性領域65へのセンス電流を供給する導電路を、自由側磁性膜12/バリア層17/固定側磁性膜11の直接積層部が対向面64へ露出すること無しに形成しているのである。この図でバリア層17は自由側磁性膜12に直接重なる形で、絶縁ギャップ膜40の下部にある配置で記載したが、バリア層17が固定側磁性膜11の下側に直接重なり、絶縁ギャップ40に乗り上げる構造であっても本発明の主旨を妨げるものではない。

【0028】図3は同様に本発明の磁気ヘッドのトラック幅方向に平行な断面の構造を示した図である。対向面64より内側にはいった部分の断面である。活性領域65より外側の自由側磁性膜12と固定側磁性膜11は、これらの間に形成した絶縁ギャップ膜40によって分離している。絶縁ギャップ膜40は活性領域65を取り巻く周囲に、活性領域のトンネル型磁気積層体102のパターンニングした両端部に取り上げてカバーするように配置してなる。一方、トンネル型磁気抵抗効果素子の活性領域65のトンネル型磁気積層体102は自由側磁性膜12と固定側磁性膜11が、バリア層17を介して積層している。したがって、上部磁気シールド兼下部磁気コア36、上部導電性ギャップ34、活性領域のトンネル型磁気積層体102、下部導電ギャップ33、下部磁気シールド35は、膜厚方向に電氣的に接合してなり、トンネル型磁気抵抗効果積層膜の活性領域65へのセンス電流を供給する導電路を、活性領域65以外の部分への短絡を防ぎつつ形成しているのである。この図でバリア層17は自由側磁性膜12に直接重なる形で、絶縁ギャップ膜40の下部にある配置で記載したが、バリア層17が固定側磁性膜11の下側に直接重なり、絶縁ギャップ40に乗り上げる構造であっても本発明の主旨を妨げるものではない。

【0029】図4はトンネル型磁気抵抗積層体10の膜構成例を示した図である。トンネル型磁気抵抗積層体10は自由側磁性膜14、バリア膜17、固定側磁性膜13を積層してなる。固定側磁性膜11は反強磁性パイア

ス膜 71, 固定強磁性膜 72 からなる。固定強磁性膜 72 は直接重ねて接合した反強磁性バイアス膜 71 による交換結合によって一方向異方性を印加されている。反強磁性バイアス膜 72 上に保護膜を形成してもよい。自由側磁性膜 12 は自由強磁性膜 15, 磁気的分離膜兼下地膜 18, 磁区制御膜 16 を積層してなる。自由強磁性膜 15 は単層の磁性膜であってもよいが、軟磁性膜 75 と磁気抵抗増加膜 74 の積層体である方がより本発明の効果を強く得ることができる。磁区制御膜 16 は硬磁性膜 77 と下地膜 78 からなる。下地膜 78 は省略してもよいが、これを用いた方が硬磁性膜 77 の性能を安定させることができる。磁気的分離膜兼下地膜 18 は、磁区制御膜 16 と自由強磁性膜 15 との膜面を介した相互作用を十分に弱め、分離する機能をもつとともに、この上に形成させる膜の特性を安定させる機能がある。本実施例では両機能を一つの膜で兼用したが、これをそれぞれの機能を持つ膜の積層膜にしてもよい。図中には本実施例で用いた各膜の組成を記載してある。反強磁性バイアス膜 71 として $\text{Cr}_{48}\text{Mn}_{48}\text{Pt}_{10}$ 膜 30 ナノメートル、固定強磁性膜 72 として Co 膜 3 ナノメートル、バリア膜 17 として Al_2O_3 膜 2 ナノメートル、磁気抵抗増加膜 74 として Co 1 ナノメートル、軟磁性膜 75 として $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{10}$ 膜 5 ナノメートル、磁気的分離膜兼下地膜 18 として Ta 膜 20 ナノメートル、硬磁性膜 77 として $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 膜 10 ナノメートル、下地膜 78 として Cr 膜 5 ナノメートル、をそれぞれ用いた。

【0030】図 5 はトンネル型磁気抵抗積層体を構成する膜の磁気的な異方性の印加方向を示した図である。磁気ヘッド駆動方向からみた図として、トラック幅方向 61, 素子高さ方向 62 の平面で示してある。磁区制御膜 16 は残留磁化がトラック幅方向 61 と平行な矢印 67 の方向に着磁する。また必要に応じて、自由強磁性膜 15 に横バイアス効果を印加するために適宜素子高さ方向 62 に平行な成分を若干もたせてもよい。自由強磁性膜 15 は検知すべき磁界が素子高さ方向 62 に平行に入るのに対し磁化過程が回転機構になるよう、弱い異方性、例えば形状異方性や一軸異方性をトラック幅方向 61 に平行な矢印 66 の方向に誘導する。固定側磁性膜 11 はその残留磁化が素子高さ方向 62 に平行な矢印 68 の方向になるように交換結合を誘導する。

【0031】図 6 は本発明の磁気ヘッドの別の構成例を示した図である。図 2 と同様の部分の断面を示している。対向面 64 に露出した部分のトンネル型磁気積層体 101 は、自由側磁性膜 12 のみであり、固定側磁性膜 11 は対向面 64 に露出していない。対向面 64 に露出したトンネル型磁気積層体 101 と上部導電性ギャップ 34 の露出部分を十分に遠ざけ、電気的な短絡を防止する。絶縁ギャップ膜 40 は活性領域 65 を取り巻く周囲に、活性領域 65 のトンネル型磁気積層体 102 を一括してパターンニングした端部に乗り上げてカバーするよう

に配置してなる。トンネル型磁気抵抗効果素子の活性領域 65 のトンネル型磁気積層体 102 は自由側磁性膜 12 と固定側磁性膜 11 が、バリア層 17 を介して連続積層プロセスにて形成するのが望ましい。上部磁気シールド兼下部磁気コア 36, 上部導電性ギャップ 34, 活性領域のトンネル型磁気積層体 102, 下部導電ギャップ 33, 下部磁気シールド 35 は、膜厚方向に電気的に接合してなり、トンネル型磁気抵抗効果積層膜の活性領域 65 へのセンス電流を供給する導電路を、自由側磁性膜 12 / バリア層 17 / 固定側磁性膜 11 の直接積層部が対向面 64 へ露出すること無しに形成しているのである。

【0032】図 7 は本発明のまた別の構成例を示した図である。図 6 の構造の自由側磁性膜が対向面に露出しない構成である。この構成では対向面 64 の加工が単純で電気的な安定性は増す反面、再生感度が低下する。

【0033】上述したような構成について、本発明の磁気ヘッドおよびこれを搭載した磁気記録再生装置を試験した結果、十分な出力と、良好なバイアス特性を示し、また動作の信頼性も良好であった。

【0034】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば良好なバイアス特性と、特に電気的に安定でノイズの抑制された磁気ヘッドが得られ、特に高い記録密度において良好な再生出力とバイアス特性を有する磁気ヘッドおよび高密度磁気記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドの構成例を示した図。

【図 2】本発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドの構成例の素子高さ方向に平行な断面を示した図。

【図 3】本発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドの構成例のトラック幅方向に平行な断面を示した図。

【図 4】本発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドのトンネル型磁気抵抗積層膜の構成例を示した図。

【図 5】本発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドのトンネル型磁気抵抗積層膜の磁気異方性の構成例を示した図。

【図 6】発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドの別の構成例の素子高さ方向に平行な断面を示した図。

【図 7】発明のトンネル型磁気抵抗効果ヘッドのまた別の構成例の素子高さ方向に平行な断面を示した図。

【符号の説明】

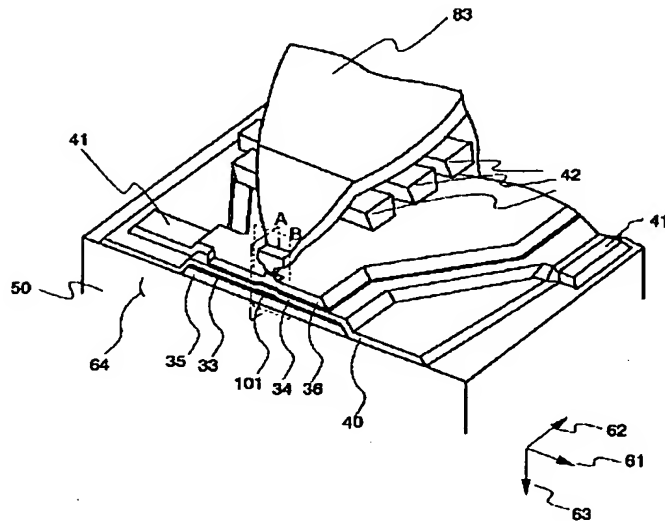
11…固定側磁性膜、12…自由側磁性膜、15…自由強磁性膜、16…磁区制御膜、17…バリア膜、18…磁気的分離膜兼下地膜、33…下部導電ギャップ、34…上部導電ギャップ、35…下部磁気シールド、36…上部磁気シールド、40…絶縁ギャップ膜、41…電極端子、42…コイル、50…基体、61…トラック幅方向、62…素子高さ方向、63…磁気ヘッドの駆動方

9

向、64…対向面、65…トンネル型磁気抵抗積層体の活性領域、66…自由強磁性膜の異方性の方向、67…磁区制御膜の残留磁化の方向、68…固定側磁性膜の残留磁化の方向、71…反強磁性膜、72…固定強磁性 *

【図 1】

図 1

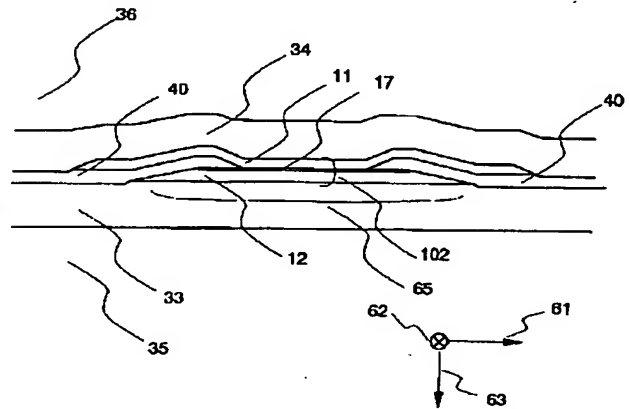


10

* 膜、74…磁気抵抗増加膜、75…軟磁性膜、77…硬磁性膜、78…下地膜、101…トンネル型磁気抵抗積層体露出部、102…活性領域のトンネル型磁気抵抗積層体。

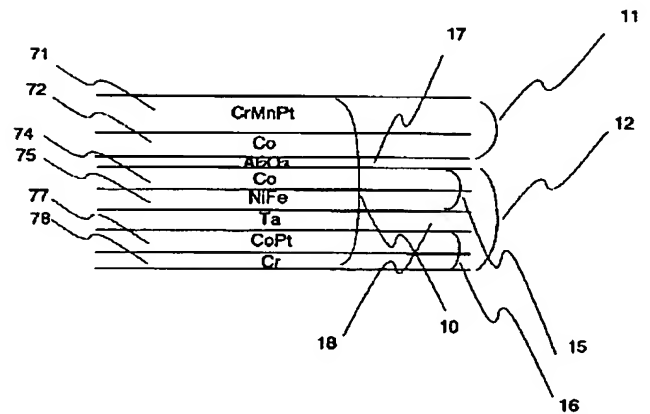
【図 3】

図 3



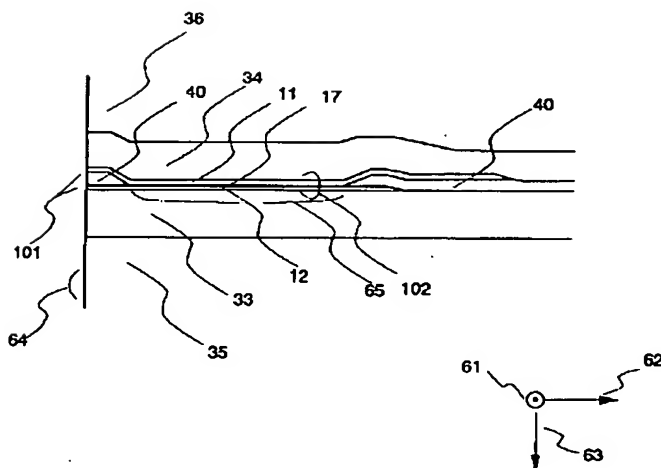
【図 4】

図 4



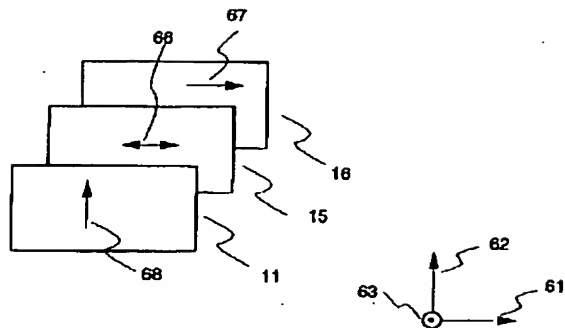
【図 2】

図 2



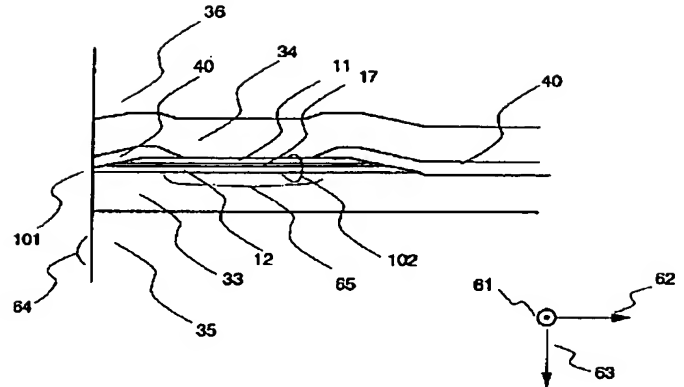
【図5】

図 5



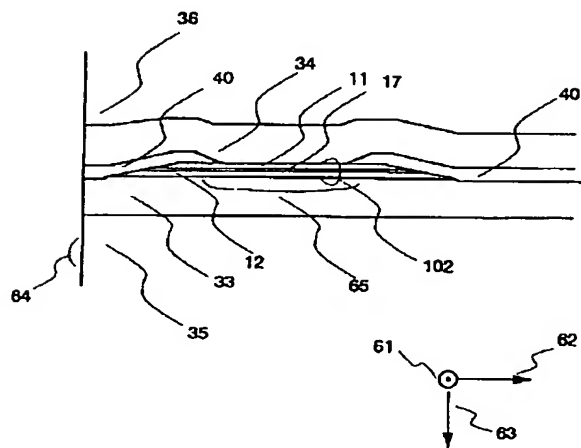
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 克朗
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 岡田 智弘
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内